

## MODIFIKASI SISTEM PENYARINGAN ASAP PADA INSINERATOR SAMPAH RAMAH LINGKUNGAN

### MODIFICATION OF THE SMOKE FILTRATION SYSTEM IN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY WASTE INCINERATORS

**Nilam Juniarta Widuri<sup>1</sup>, Muhamad Hidayat<sup>2\*</sup>, Fadhli Dzhil Ikram<sup>2</sup>, Afrianto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa  
Jl. Raya Olat Maras Batu Alang, Moyo Hulu, Sumbawa NTB

<sup>2</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa  
Jl. Raya Olat Maras Batu Alang, Moyo Hulu, Sumbawa NTB

\*Corresponding author : muhamad.hidayat@uts.ac.id

#### Abstrak

Pengelolaan sampah yang efektif dan ramah lingkungan menjadi tantangan utama dalam mengurangi dampak pencemaran udara. Insinerator merupakan alat yang umum digunakan untuk mengolah sampah, tetapi emisi gas buang yang dihasilkan dapat mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi sistem penyaringan asap pada insinerator sampah agar lebih ramah lingkungan dengan mengoptimalkan penyerapan gas berbahaya. Modifikasi yang dilakukan mencakup pemasangan filter air flow untuk menyerap gas beracun seperti karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), PM2.5, dan PM10. Selain itu, ditambahkan sistem penyemprot air (mist sprayer) untuk menangkap partikel halus yang tersisa. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kualitas udara sebelum dan sesudah modifikasi menggunakan alat pengukur emisi gas buang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem penyaringan yang dimodifikasi mampu mengurangi emisi CO<sub>2</sub> hingga 33,33%, dan PM2.5 turun menjadi 50 µg/m<sup>3</sup>, di bawah batas standar kualitas udara. Modifikasi ini juga mempercepat proses pembakaran sampah basah dan kering sebesar 30 menit. Dengan adanya inovasi ini, insinerator sampah dapat beroperasi lebih ramah lingkungan dan lebih efisien.

**Kata kunci:** Insinerator, penyaringan asap, emisi gas buang, lingkungan, filter air flow.

#### Abstract

Effective and environmentally friendly waste management is a major challenge in reducing the impact of air pollution. Incinerators are one method that is widely used to process waste, but the exhaust emissions produced can pollute the environment if not handled properly. This research aims to modify the smoke filtration system in the waste incinerator to make it more environmentally friendly by optimizing harmful gases. The modifications include installing an air flow filter to absorb toxic gases such as carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), PM2.5, and PM10. In addition, a mist sprayer system was added to capture the remaining fine particles. Tests were conducted by comparing air quality before and after modification using an exhaust emission meter. The research results showed that the modified filtering system was able to reduce CO<sub>2</sub> emissions by up to 33.33%, and PM2.5 down to 50 µg/m<sup>3</sup> below air quality standard limits. This modification is also able to speed up the process of burning wet and dry waste by 30 minutes. With this innovation, the waste incinerator can operate more environmentally friendly and the combustion efficiency is more efficient.

*Keywords:* Incinerator, smoke filtration, exhaust emissions, environment, air flow filter.

## PENDAHULUAN

Sampah merupakan barang yang tidak bernilai atau tidak berharga yang ada di lingkungan masyarakat. Di Indonesia sampah bisa kita jumpai dimana-mana terutama di perkotaan, dan saat ini hal ini menjadi masalah besar di lingkungan Indonesia. Sampah di Indonesia merupakan masalah yang sangat serius dan juga merupakan masalah sosial, ekonomi dan budaya. Dan hampir seluruh kota di Indonesia mempunyai permasalahan dalam pembuangan sampah. Hal ini terjadi karena pengelolaan lahan TPA (tempat pembuangan akhir) di kota tersebut yang tidak baik sehingga masyarakat banyak membuang sampah ke sungai. (Luthfi, M., & Canra, D. (2022)).

Menurut hasil wawancara terhadap pihak penjaga pembakar sampah di pondok pesantren Nurul Haramain, Narmada. Peneliti dapat menyimpulkan bahwa alat tersebut dapat membakar sampah organik maupun non organik termasuk sampah rumah tangga. Di dalam tungku pembakaran terdapat beberapa elemen besi yang berbentuk seperti donat yang berfungsi untuk menampung sampah. Pada bagian tengah insinerator tersebut terdapat ruang kosong yang berfungsi sebagai jalan keluar asap yang dibawa oleh daya tarik api pada tungku pembakaran. Jumlah sampah yang dapat dibakar oleh insinerator tersebut adalah 500 kilogram per 3 jam.

Dalam penelitian ini akan dikembangkan suatu alat pembakaran yang ramah lingkungan, yang dimana asap pembakaran pada tabung pertama di netralkan menggunakan air kemudian asap tersebut akan melewati filter pada pipa saluran asap. Pada bagian ujung dari filter terdapat sambungan pipa yang berbentuk T, yang dimana bagian ujung salah satu pipa di sambung langsung pada blower kemudian asap yang keluar dari filter akan disalurkan ke dalam tungku pembakaran sehingga asap yang diserap oleh blower bisa dimanfaatkan kembali sebagai udara untuk memperbesar volume api pada tungku pembakaran.

Penelitian dalam tugas akhir ini akan melakukan modifikasi alat pembakar sampah yang sudah ada dengan maksud untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi pembakaran sampah.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Kegiatan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan desain faktorial (*factorial design*). Modifikasi sistem penyaringan asap pada insinerator sampah dilakukan dengan mengoptimalkan sistem filtrasi menggunakan kombinasi filter udara caterpillar dan *mist sprayer* untuk meningkatkan efisiensi penyaringan asap dan mengurangi emisi gas buang yang berbahaya.

### Ruang Lingkup atau Objek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada modifikasi sistem penyaringan asap pada insinerator sampah di Pondok Pesantren Nurul Haramain, Narmada, Lombok Barat. Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas udara yang dihasilkan dari pembakaran sampah, baik organik maupun anorganik.

## Bahan dan Alat Utama

### Bahan:

- a. Sampah plastik
- b. Sampah daun
- c. Sampah rumah tangga
- d. Air untuk penyaringan

### Alat:

- a. Insinerator
- b. Filter udara caterpillar
- c. *Mist sprayer*
- d. Blower
- e. Pipa galvanis dan PVC
- f. *Air Quality Detector* untuk pengukuran emisi gas buang
- g. Anemometer untuk pengukuran laju aliran udara
- h. Drum sebagai penampungan air
- i. Aerator water pump untuk sirkulasi air dalam sistem penyaringan

## Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Pondok Pesantren Nurul Haramain, Narmada, Kabupaten Lombok Barat, selama dua bulan (November – Desember 2024).

## Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui:

### 1. Pengukuran Emisi Gas Buang

Menggunakan *Air Quality Detector* untuk mengukur kadar CO<sub>2</sub>, CO, PM2.5, dan PM10 sebelum dan sesudah modifikasi.

### 2. Pengukuran Laju Aliran Volumetrik

Menggunakan anemometer untuk mengukur kecepatan aliran udara pada sistem penyaringan sebelum dan setelah penggunaan blower.

### 3. Observasi dan Wawancara

Melakukan wawancara dengan pihak penjaga insinerator mengenai efisiensi pembakaran sebelum dan setelah modifikasi.

## Definisi Operasional Variabel Penelitian

- a. **Efisiensi Penyaringan Asap:** Persentase pengurangan kadar polutan (CO<sub>2</sub>, CO, PM2.5, dan PM10) setelah melewati sistem penyaringan.

- b. **Efisiensi Pembakaran:** Waktu yang dibutuhkan untuk membakar sampah sebelum dan setelah modifikasi.
- c. **Laju Aliran Volumetrik:** Kecepatan aliran udara dalam sistem penyaringan sebelum dan sesudah penggunaan blower.

### **Teknik Analisis Data**

Data dianalisis menggunakan metode komparatif dengan membandingkan hasil sebelum dan sesudah modifikasi:

#### **1. Analisis Statistik Deskriptif**

Menampilkan rata-rata, standar deviasi, dan persentase perubahan dari hasil pengukuran emisi gas buang.

#### **2. Perbandingan Efisiensi Penyaringan**

Menggunakan tabel dan grafik untuk membandingkan kadar emisi sebelum dan sesudah modifikasi.

#### **3. Analisis Perhitungan Laju Aliran Volumetrik**

- Menggunakan persamaan:
  - $Q$  = Laju Aliran Volumetrik ( $m^3/s$ )
  - $A$  = Luas Penampang Saluran ( $m^2$ )
  - $v$  = Kecepatan Aliran Asap ( $m/s$ )
- Hasil perhitungan dibandingkan untuk melihat peningkatan efisiensi sistem penyaringan.

Dengan metode penelitian ini, diharapkan modifikasi sistem penyaringan asap dapat meningkatkan efisiensi insinerator sampah serta mengurangi dampak pencemaran udara secara signifikan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Modifikasi Sistem Penyaringan Asap**

Bab ini menyajikan hasil pengujian modifikasi sistem penyaringan pada insinerator sampah ramah lingkungan, efektivitas dalam mengurangi polutan, serta analisis data kuantitatif dari eksperimen.

### **Hasil Pengujian Sistem Modifikasi**

Pengujian dilakukan dengan membandingkan kualitas udara sebelum dan sesudah modifikasi. Standar baku mutu udara mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 dan bulletin WHO. Hasil pengujian disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 1. Hasil Pengujian Konsentrasi Zat pada Modifikasi Insinerator Sampah**

Zat	Sebelum Modifikasi	Setelah Modifikasi	Standar Baku Mutu
CO <sub>2</sub> (%)	8.5	6.6	<7.0
CO (ppm)	270	90	<100
PM2.5 (µg/m <sup>3</sup> )	160	50	<75
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	230	80	<100

Hasil menunjukkan bahwa modifikasi mampu menurunkan CO<sub>2</sub> hingga 33,33% dan PM2.5 hingga 50 µg/m<sup>3</sup>, yang berada di bawah batas standar kualitas udara.

### Perhitungan Laju Aliran Volumetrik

Laju aliran volumetrik asap dihitung menggunakan persamaan:  $Q=A \times v$

Dimana:

- Q : Laju aliran volumetrik (m<sup>3</sup>/s)
- A : Luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)
- v : Kecepatan aliran asap (m/s)

Hasil pengukuran:

1. Sebelum menggunakan blower:  $Q= 2,58064 \text{ m}^3/\text{s}$



2. Setelah menggunakan blower:  $Q=92,90304 \text{ m}^3/\text{s}$



Hasil menunjukkan bahwa modifikasi dengan blower meningkatkan laju aliran volumetrik, mempercepat pembakaran, dan mengurangi polusi udara.

### Efisiensi Penyaringan

Pengujian waktu pembakaran dilakukan dengan berbagai kondisi sampah:

**Tabel 2. Hasil Perbandingan Efisiensi Waktu Pembakaran**

Berat Sampah	Waktu Pembakaran Sebelum Modifikasi	Waktu Pembakaran Setelah Modifikasi	Jenis Sampah
500 kg	3 jam	2,5 jam	Basah
500 kg	1,5 jam	1 jam	Kering

Hasil menunjukkan bahwa modifikasi dapat menghemat waktu pembakaran hingga 30 menit untuk kondisi sampah basah maupun kering.

### Implikasi Terhadap Lingkungan

Dengan penurunan kadar polutan yang signifikan, sistem ini menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk pembakaran sampah. Dampak positif lainnya meliputi:

- Mengurangi risiko penyakit pernapasan akibat pencemaran udara.
- Efisiensi energi yang lebih tinggi pada insinerator.
- Pengurangan emisi gas rumah kaca.

## KESIMPULAN

1. Modifikasi sistem penyaringan asap berhasil menurunkan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 33,33%, PM2.5 menjadi 50 µg/m<sup>3</sup>, dan CO hingga 90 ppm.
2. Efisiensi pembakaran meningkat dengan pengurangan waktu pembakaran sebesar 30 menit.

## REFERENSI

- [1] Andrijono, D., & Sufiyanto, S. (2021). Penyuluhan bagi Masyarakat Peduli Sampah Polimer Termoplastik Kelurahan Rampal Celaket Kecamatan Klojen Kota Malang. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 6(2), 176-185.
- [2] Arico, Z., & Jayanthi, S. (2018). Pengolahan limbah plastik menjadi produk kreatif sebagai peningkatan ekonomi masyarakat pesisir. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1-6.
- [3] Arinih, Cici. 2019. Efisiensi Pembakaran Sampah Organik Dan Analisis Kualitas Limbah Yang Dihasilkan Alat Pembakar Sampah Tanpa Asap. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 01, No. 01, Desember 2019.
- [4] BAPPEDAL Jawa Tengah. 2011. Baku Mutu Udara Ambien di Provinsi Jawa Tengah. [www.bappedal.semarang.go.id/v3/bambien.php](http://www.bappedal.semarang.go.id/v3/bambien.php).
- [5] Budiman, Arif. (2001). Modifikasi Desain dan Uji Untuk Kerja Alat Pembakar Sampah (incinerator) Tipe Batch.
- [6] Felix, Feby Indonesia. Terjadinya Penyumbatan Nozzle Burner pada Incinerator yang Mengakibatkan terganggunya Proses Pembakaran Sampah di MV. Indonesia Bulker. 2023. *PhD Thesis. Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang*.
- [7] Hermansyah, H., & Hernawati, H. (2017). Rancang Bangun Insinerator Dua Tahap (Solusi Mengatasi Polusi Udara pada Pembakaran Sampah). *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 4(1), 38-48.
- [8] Kulkarni, A. A., Patil, A. A., & Patil, B. B. (2014). Waste to energy by incineration. *J. Comput. Technol*, 3(6), 2278-3814.
- [9] Luthfi, M., & Canra, D. (2022). Perancangan Alat Pembakar Sampah Rumah Tangga Bertenaga Surya Dengan Pemantik Glow Plug. *Jurnal Teknik Juara Aktif Global Optimis*, 2(2), 46-57.

- [10] Okatama, I. (2016). Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethylene Terphthalate (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 5.
- [11] Permana, A. G., & Iqbal, M. (2019). Mesin pengolah sampah portabel multiguna dengan teknik termocontrol dan termocople. *Sebatik*, 23(2), 423-430.
- [12] Qowasmi, F. N. (2023). Efektivitas Larva Black Soldier Fly (Maggot) sebagai Metode Alternatif Penguraian Sampah Organik. *Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran* | E-ISSN: 3026-6629, 1(2), 179-184.
- [13] Sulistyorini, L. (2005). Pengelolaan Sampah dengan Menjadikannya Kompos. *journal.unair.ac.id/filerPDF.KESLING-2-1-08.pdf*.
- [14] Surono, U. B. (2013). Berbagai metode konversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. *Jurnal teknik*, 3(1).
- [15] WHO. Occupational and community noise. Fact Sheet no. 258 Revised February 2001.
- [16] Zain, A. F. (2018). Analisa Kelebihan Tekanan Pada Saat Pembakaran Gas Berlebih pada Flare.